

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2006年9月8日 (08.09.2006)

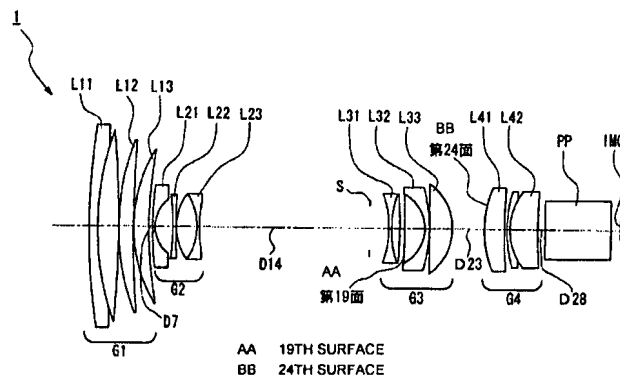
PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2006/092966 A1

- (51) 国際特許分類:  
G02B 15/16 (2006.01) G02B 13/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2006/302816
- (22) 国際出願日: 2006年2月17日 (17.02.2006)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2005-059051 2005年3月3日 (03.03.2005) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒1410001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 大竹 基之 (OHTAKE, Motoyuki). 岡島 厚二 (OKAJIMA, Koji). 須崎 光博 (SUZAKI, Mitsuhiro).
- (74) 代理人: 中村 友之 (NAKAMURA, Tomoyuki); 〒1050001 東京都港区虎ノ門1丁目2番8号 虎ノ門零平タワー 三好内外国特許事務所内 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SI, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告書
- 2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: ZOOM LENS AND IMAGING DEVICE

(54) 発明の名称: ズームレンズ及び撮像装置



(57) Abstract: A zoom lens has arranged in it four lens groups that are, in sequence from the object side, a first lens group (G1) having a positive refractive power, a second lens group (G2) having a negative refractive power, a third lens group (G3) having a positive refractive power, and a fourth lens group (G4) having a positive refractive power. When the state of lens positions is varied from a wide end state to a tele end state, the second lens group moves to the image side and the fourth lens group moves so as to compensate a positional variation in the position of an image surface which variation is caused by the movement of the second lens group. At this time, the first lens group and the third lens group are fixed in the optical axis direction. Further, an aperture stop S is placed on the object side of the third lens group. Also, the third lens group is constructed from a negative section group having a negative refractive power and a positive section group having a positive refractive power, where the positive section group is placed on the image side of the negative section group with an air gap from the negative section group. The zoom lens satisfies (1)  $0.4 < Da/TL < 0.5$ , where Da is the distance from the aperture stop to an image field and TL is the entire length of the lens (the distance in the optical axis direction, from that lens surface of the lens system which is the closest to the object to the position of an image surface).

/ 続葉有 /



---

(57) 要約:

物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1、負の屈折力を有する第2レンズ群G2、正の屈折力を有する第3レンズ群G3、正の屈折力を有する第4レンズ群G4の4つのレンズ群が配列され、広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に、上記第2レンズ群が像側へ移動するとともに、上記第4レンズ群が第2レンズ群の移動に伴う像面位置の変動を補償するように移動し、上記第1レンズ群及び上記第3レンズ群が光軸方向に固定され、開口絞りSが上記第3レンズ群の物体側に配置され、上記第3レンズ群が負の屈折力を有する負部分群と、上記負部分群の像側に空気間隔を隔てて配置され正の屈折力を有する正部分群とにより構成され、以下の条件式(1)を満足する。

$$(1) \quad 0.4 < D_a / T_L < 0.5$$

但し、

$D_a$  : 開口絞りから像面までの距離

$T_L$  : レンズ全長 (レンズ系のもっとも物体側のレンズ面から像面位置までの光軸に沿った距離)

とする。

## 明 細 書

### ズームレンズ及び撮像装置

#### 技術分野

- [0001] 本発明は新規なズームレンズ及び撮像装置に関する。詳しくは、特に、ビデオカメラやデジタルスチルカメラ等に用いられる3CCD撮像方式に好適なバックフォーカスが長いズームレンズ及び該ズームレンズを備えた撮像装置に関する。

#### 背景技術

- [0002] 従来より、カメラにおける記録手段として、CCD (Charge Coupled Device) やCMOS (Complementary Metal-Oxide Semiconductor) 等の光電変換素子を用いた撮像素子によって、撮像素子面上に形成された被写体像を、各光電変換素子によって被写体像の光量を電気的出力に変換して、記録する方法が知られている。
- [0003] 近年の微細加工技術の技術進歩に伴い、中央演算処理装置 (CPU) の高速化や記憶媒体の高集積化が図られ、それまでは取り扱えなかったような大容量の画像データが高速処理できるようになってきた。また、受光素子においても高集積化や小型化が図られ、高集積化により、より高い空間周波数の記録が可能となり、小型化により、カメラ全体の小型化が図れるようになって来た。
- [0004] 但し、上述の高集積化や小型化により、個々の光電変換素子の受光面積が狭まり、電気出力の低下に伴ってノイズの影響が大きくなる問題があった。これを防ぐために、光学系の大口径比化により受光素子上に到達する光量を増大させる試みや、また、各素子の直前に微小なレンズ素子 (所謂、マイクロレンズアレイ) を配置する試みが為されて来た。上記マイクロレンズアレイは、隣り合う素子同士の間に至る光束を素子上へ導く代わりに、レンズ系の射出瞳位置に制約を与える。すなわち、レンズ系の射出瞳位置が受光素子に近づくと、受光素子に到達する主光線の光軸となす角度が大きくなり、画面周辺部へ向かう軸外光束が光軸に対してさらに大きな角度をなし、結果、受光素子上に到達せず、光量不足を招いてしまう。
- [0005] 上記した光電変換素子によって、被写体像を記録するビデオカメラやデジタルスチルカメラ等に好適なズームレンズとしては、例えば、正負正正4群ズームレンズが知ら

れている。

- [0006] 正負正正4群ズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、正の屈折力を有する第4レンズ群を配列して構成され、広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に、第1レンズ群及び第3レンズ群が光軸方向に固定され、第2レンズ群が像側へ移動することにより変倍作用がなされ、第4レンズ群が第2レンズ群の移動により発生する像面位置の変動を補償する作用をなす。
- [0007] 具体的には、例えば、特開平6-337353号公報や特開2002-365544号公報に記載されたズームレンズが知られている。
- [0008] しかしながら、上記した従来のズームレンズにおいては、ズーム比(=望遠端状態での焦点距離/広角端状態での焦点距離)が高くなると、第2レンズ群の移動量が大きくなり、結果的に第1レンズ群を通過する軸外光束が光軸から離れて、第1レンズ群のレンズ径が大きくなってしまいう問題があった。
- [0009] 特に、従来の正負正正4群ズームレンズにおいては、ズーム比を高めるためには、変倍機能を担う第2レンズ群の移動量が増大するため、第1レンズ群を通過する軸外光束が光軸から離れやすくなり、レンズ径の小型化と高変倍化との両立が難しかった。
- [0010] 本発明は上記した問題点に鑑み、高いズーム比を有しながら、レンズ径の小径化が容易であるズームレンズ及び該ズームレンズを備えた撮像装置を提供することを課題とする。

#### 発明の開示

- [0011] 本発明ズームレンズは、上記した課題を解決するために、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、正の屈折力を有する第4レンズ群の4つのレンズ群が配列され、広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に、上記第2レンズ群が像側へ移動するとともに、上記第4レンズ群が第2レンズ群の移動に伴う像面位置の変動を補償するように移動し、上記第1レンズ群及び上記第3レンズ群が光軸方向に固定され、開口絞りが上記第3レンズ群の物体側に配置され、上記第3レンズ群が負の

屈折力を有する負部分群と、上記負部分群の像側に空気間隔を隔てて配置され正の屈折力を有する正部分群とにより構成され、 $D_a$ を開口絞りから像面までの距離、 $TL$ をレンズ全長（レンズ系のもっとも物体側のレンズ面から像面位置までの光軸に沿った距離）として、条件式(1)  $0.4 < D_a / TL < 0.5$ を満足するものである。

[0012] また、本発明撮像装置は、上記した課題を解決するため、ズームレンズと、上記ズームレンズによって形成された光学像を電氣的な信号に変換する撮像素子を備え、上記ズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、正の屈折力を有する第4レンズ群の4つのレンズ群が配列され、広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に、上記第2レンズ群が像側へ移動するとともに、上記第4レンズ群が第2レンズ群の移動に伴う像面位置の変動を補償するように移動し、上記第1レンズ群及び上記第3レンズ群が光軸方向に固定され、開口絞りが上記第3レンズ群の物体側に配置され、上記第3レンズ群が負の屈折力を有する負部分群と、上記負部分群の像側に空気間隔を隔てて配置され正の屈折力を有する正部分群とにより構成され、 $D_a$ を開口絞りから像面までの距離、 $TL$ をレンズ全長（レンズ系のもっとも物体側のレンズ面から像面位置までの光軸に沿った距離）として、条件式(1)  $0.4 < D_a / TL < 0.5$ を満足するものである。

[0013] 従って、本発明ズームレンズは、高変倍比を達成しながら、レンズ径の小型化と高性能化を両立させることが出来る。また、本発明撮像装置は、上記した本発明ズームレンズを備えることにより、小型に構成しながら、高画質の画像を高変倍比で撮影することが出来る。

[0014] 請求項2及び請求項9に記載した発明にあつては、 $f_{3n}$ を第3レンズ群中に配置される負部分群の焦点距離、 $f_w$ を広角端状態におけるレンズ系全体での焦点距離として、条件式(2)  $13 < |f_{3n}| / f_w < 18$ を満足するので、さらなる小型化を達成することが出来ると共に、製造時の組み付け誤差による光学品質への影響が少ない。

[0015] 請求項3及び請求項10に記載した発明にあつては、上記第1レンズ群は物体側より順に、負レンズと正レンズとの接合レンズ、正レンズ、正レンズの4枚のレンズが配列されて構成されるので、さらなる高性能化を図ることが出来る。

- [0016] 請求項4及び請求項11に記載した発明にあつては、 $f_1$ を第1レンズ群の焦点距離、 $f_t$ を望遠端状態におけるレンズ全系での焦点距離として、条件式(3)  $2.5 < f_1 / (f_w \cdot f_t)^{1/2} < 3.5$ を満足するので、高い変倍比でもより良好なる光学性能を得ることができる。
- [0017] 請求項5及び請求項12に記載した発明にあつては、上記第2レンズ群は物体側より順に、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ、負レンズ、正レンズ、負レンズの4枚のレンズが配列されて構成されるので、第2レンズ群において発生する諸収差をより良好に補正し、より高い光学性能を得ることができる。
- [0018] 請求項6及び請求項13に記載した発明にあつては、 $f_2$ を第2レンズ群の焦点距離として、条件式(4)  $0.42 < |f_2| / (f_w \cdot f_t)^{1/2} < 0.5$ を満足するので、変倍に伴って発生する軸外収差の変動を更に良好に補正することが出来る。
- [0019] 請求項7及び請求項14に記載した発明にあつては、上記第4レンズ群は物体側より順に、正レンズ、負レンズ、正レンズの3枚のレンズが配列されて構成されるので、被写体位置の変化に伴う諸収差の変動を良好に補正することができる。

#### 図面の簡単な説明

- [0020] [図1]図1は、本発明ズームレンズの屈折力配置と変倍時における各レンズ群の可動の可否を示す図である。
- [図2]図2は、本発明ズームレンズの第1の実施の形態のレンズ構成を示す図である。
- [図3]図3は、図4及び図5と共に本発明ズームレンズの第1の実施の形態に具体的な数値を適用した数値実施例1の各種収差図を示すものであり、本図は広角端状態における球面収差、非点収差、歪曲収差及びコマ収差を示すものである。
- [図4]図4は、中間焦点距離状態における球面収差、非点収差、歪曲収差及びコマ収差を示すものである。
- [図5]図5は、望遠端状態における球面収差、非点収差、歪曲収差及びコマ収差を示すものである。
- [図6]図6は、本発明ズームレンズの第2の実施の形態のレンズ構成を示す図である。
- [図7]図7は、図8及び図9と共に本発明ズームレンズの第2の実施の形態に具体的な数値を適用した数値実施例2の各種収差図を示すものであり、本図は広角端状態に

おける球面収差、非点収差、歪曲収差及びコマ収差を示すものである。

[図8]図8は、中間焦点距離状態における球面収差、非点収差、歪曲収差及びコマ収差を示すものである。

[図9]図9は、望遠端状態における球面収差、非点収差、歪曲収差及びコマ収差を示すものである。

[図10]図10は、本発明ズームレンズの第3の実施の形態のレンズ構成を示す図である。

[図11]図11は、図12及び図13と共に本発明ズームレンズの第3の実施の形態に具体的数値を適用した数値実施例3の各種収差図を示すものであり、本図は広角端状態における球面収差、非点収差、歪曲収差及びコマ収差を示すものである。

[図12]図12は、中間焦点距離状態における球面収差、非点収差、歪曲収差及びコマ収差を示すものである。

[図13]図13は、望遠端状態における球面収差、非点収差、歪曲収差及びコマ収差を示すものである。

[図14]図14は、本発明撮像装置の実施の形態を示すブロック図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

[0021] 以下に、本発明ズームレンズ及び撮像装置を実施するための最良の形態について添付図面を参照して説明する。

[0022] 本発明ズームレンズは、物体側より順に配列された、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、正の屈折力を有する第4レンズ群の4つのレンズ群を有し、レンズ系全体での焦点距離がもっとも短い広角端状態から焦点距離がもっとも長い望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に、第1レンズ群及び第3レンズ群が光軸方向に固定であって、第2レンズ群が像側に移動して変倍作用をなし、第4レンズ群が移動して第2レンズ群の移動に伴う像面位置の補償作用と近距離合焦作用をなす。

[0023] 上記した構成の基で、本発明ズームレンズにあつては、以下のように構成することにより、高変倍比でありながら、レンズ径の小型化と高性能化との両立を実現した。

[0024] 本発明ズームレンズにあつては、第1レンズ群のレンズ径を小さくし、且つ、高性能

化を図るために、以下のように構成している。

- [0025] (A) 第3レンズ群の物体側に開口絞りを配置する  
(B) 第3レンズ群を負部分群と、その像側に配設される正部分群により構成する  
開口絞りの位置は高性能化と小型化とのバランスを図る上で極めて重要である。
- [0026] 開口絞りから離れたレンズ群を通過する軸外光束は光軸から離れて通過するため、開口絞りをレンズ系の中央付近に配置した際に各レンズ群のレンズ径を一番小型化しやすい。特に、第1レンズ群は像面位置からもっとも離れているため、レンズ径が大きくなりやすいので、開口絞りを中央付近よりもやや物体側に配置することが望ましい。
- [0027] また、レンズ位置状態が変化する際に、可動レンズ群を通過する軸外光束は高さが大きく変化するので、この高さの変化を利用して、レンズ位置状態が変化する際に発生する軸外収差の変動を良好に補正することができる。特に、開口絞りの物体側と像側に可動レンズ群をそれぞれ1つ以上配置すると、より良好に収差補正を行うことができる。
- [0028] 以上のことから、本発明においては、第3レンズ群の物体側に開口絞りを配置することで、レンズ径が大きくなりやすい第1レンズ群のレンズ径を抑え、且つ、高性能化を図ることができた。
- [0029] なお、本発明においては、開口絞りの位置を光軸方向に固定することによって、絞り機構を光軸方向に固定でき、鏡筒構造の簡略化を図ることができる。
- [0030] 本発明ズームレンズにあっては、開口絞りの配置を工夫することによるレンズ径の小型化だけでは十分な小型化が図れないので、第3レンズ群のレンズ構成を工夫することによって、更なる小型化を図っている。
- [0031] 従来より光電変換素子により被写体像を受光する光学系では、射出瞳位置が無限遠に近くなっており、本発明ズームレンズにあっては、射出瞳位置が像面位置から離れ、主光線が光軸に平行に近い状態で像面位置に達するようにしている。
- [0032] 開口絞りから像面位置までの距離が長いほど、開口絞りよりも像側に配置されるレンズ群の屈折力が弱められ、その結果、主光線が光軸となす角度を小さくすることができる。上記したように、主光線の光軸となす角度が小さくなると、第1レンズ群に入



射する軸外光束が光軸に近づき、その分、第1レンズ群を小径化することが出来る。

[0033] しかしながら、開口絞りから像面位置までの距離を長くすればするほど、開口絞りの位置は物体側に近づくことになり、変倍時の第2レンズ群の移動スペースが短くなってしまい、所定の変倍比を得るためには、第1レンズ群と第2レンズ群の屈折力を強くしなければならなくなり、レンズ位置状態が変化する際に発生する軸外収差の変動を抑えることが出来ず、高性能化を十分に図ることができない。

[0034] 以上に記載した観点から、本発明ズームレンズにあっては、第3レンズ群を物体側に配置される負部分群と像側に配置される正部分群とにより構成することにより、開口絞りから像面位置までの距離を伸ばすことなく、主光線と光軸とがなす角度を小さくすることができ、第1レンズ群のレンズ径を小型化することができた。

[0035] 本発明ズームレンズは、以上に示した構成に加え、以下の条件式(1)を満足することを要する。

[0036] (1)  $0.4 < Da / TL < 0.5$

但し、

Da: 開口絞りから像面までの距離

TL: レンズ全長 (レンズ系のもっとも物体側のレンズ面から像面位置までの光軸に沿った距離)

とする。

[0037] 上記条件式(1)は本発明ズームレンズにおける開口絞りの配置を規定する条件式である。

[0038] 条件式(1)の上限値を上回った場合(開口絞りの位置が物体側に近づく)は、第1レンズ群と第2レンズ群の屈折力が強まり、レンズ位置状態が変化する際に発生する軸外収差の変動を良好に補正することが難しくなってしまう。

[0039] また、条件式(1)の下限値を下回った場合(開口絞りの位置が像側に近づく)は、開口絞りの位置が像側に近づくため、第1レンズ群を通過する軸外光束が光軸から離れてしまい、レンズ径の小型化を十分に図ることができなくなってしまう。

[0040] 本発明ズームレンズにあっては、上記した通り、第3レンズ群が負部分群と正部分群とにより構成されるが、更なる小型化と製造時の組み付け誤差等に影響されずに

安定した光学品質を得るために、以下の条件式(2)を満足することが望ましい。

[0041] (2)  $13 < |f_{3n}| / f_w < 18$

但し、

$f_{3n}$ : 第3レンズ群中に配置される負部分群の焦点距離

$f_w$ : 広角端状態におけるレンズ系全体での焦点距離

とする。

[0042] 上記条件式(2)は第3レンズ群中に配置される負部分群の屈折力を規定する条件式である。

[0043] 条件式(2)の上限値を上回った場合、主光線が光軸となす角度が大きくなってしまい、その結果、第1レンズ群を通過する軸外光束が光軸から離れてしまい、レンズ径の小型化を十分に図ることができなくなってしまう。

[0044] 条件式(2)の下限値を下回った場合、製造時に第3レンズ群を構成する負部分群と正部分群との間に微小なる偏心が起こった際にも光学性能が著しく劣化してしまうため、安定した光学品質を得ることが難しくなってしまう。

[0045] 本発明ズームレンズにあっては、更なる高性能化を図るために、第1レンズ群が物体側より順に負レンズと正レンズとの接合レンズ及び2枚の正レンズの4枚のレンズで構成されることが望ましい。

[0046] 第1レンズ群は特に望遠端状態で軸上光束が広い光束径で入射するため、負の球面収差が発生しやすい。また、軸外光束が光軸から離れて入射するため、軸外収差の発生が起こりやすい。

[0047] 本発明ズームレンズにあっては、第1レンズ群のもっとも物体側に負レンズと正レンズとの接合レンズを配置することで、負の球面収差、及び、軸上色収差を良好に補正している。また、従来の正負正正4群ズームレンズでは第1レンズ群において接合レンズとその像側に1枚の正レンズを配置しているが、本発明ズームレンズでは接合レンズの像側に配置される正レンズを2枚とすることにより、高い変倍比でありながらも、望遠端状態における負の球面収差の発生を抑え、且つ、画角の変化に伴うコマ収差の変動を良好に補正することができ、より高い光学性能を実現することができる。

[0048] 本発明ズームレンズにあっては、高い変倍比でもより良好なる光学性能を得るため

に、以下の条件式(3)を満足することが望ましい。

[0049] (3)  $2.5 < f1 / (fw \cdot ft)^{1/2} < 3.5$

但し、

f1: 第1レンズ群の焦点距離

ft: 望遠端状態におけるレンズ全系での焦点距離

とする。

[0050] 上記条件式(3)は第1レンズ群の焦点距離を規定する条件式である。

[0051] 条件式(3)の上限値を上回った場合、レンズ全長が極端に大型化してしまうため、好ましくない。

[0052] 条件式(3)の下限値を下回った場合、望遠端状態で画面周辺部において発生するコマ収差を良好に補正することができなくなり、更なる高性能化が十分に図れない。

[0053] 本発明ズームレンズにあっては、第2レンズ群において発生する諸収差をより良好に補正し、より高い光学性能を得るために、第2レンズ群を、物体側より順に配列された、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ、負レンズ、正レンズ、負レンズの4枚のレンズで構成することが望ましい。

[0054] 第2レンズ群は変倍作用を担うレンズ群であるため、第2レンズ群で発生する諸収差を良好に補正することが、更なる高性能化を図る上で重要である。本発明においては、第2レンズ群のもっとも物体側に配置される像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズが、広角端状態で画角の変化に伴って発生するコマ収差の変動を補正する役割をなし、その像側に配置されるトリプレットレンズが軸上収差を良好に補正する役割をなすことで、収差補正上の役割分担を明確化して、良好なる結像性能が得られるようにしている。

[0055] なお、本発明ズームレンズにあっては、正レンズとその像側に配置される負レンズとの偏心による性能劣化が大きいと、接合化することにより、製造時に上記2つのレンズの間の偏心が生じにくくなり、安定した光学品質を得ることができる。

[0056] 本発明ズームレンズにあっては、第2レンズ群が唯一の負レンズ群であるため、変倍に伴って発生する軸外収差の変動を更に良好に補正するには、第2レンズ群の屈

折力を適切に設定することが肝要であり、以下の条件式(4)を満足することが望ましい。

[0057] (4)  $0.42 < |f2| / (fw \cdot ft)^{1/2} < 0.5$

但し、

f2: 第2レンズ群の焦点距離

とする。

[0058] 上記条件式(4)は第2レンズ群の焦点距離を規定する条件式である。

[0059] 条件式(4)の上限値を上回った場合、第2レンズ群を通過する軸外光束がより光軸から離れ、その結果、広角端状態で画面周縁部において発生するコマ収差を良好に補正することが難しくなってしまう。

[0060] 条件式(4)の下限値を下回った場合、レンズ位置状態が変化する際に発生する軸外収差の変動を良好に補正することが難しくなってしまう。

[0061] 本発明ズームレンズにあつては、被写体位置の変化に伴う諸収差の変動を良好に補正するために、第4レンズ群が物体側より順に配列された、物体側に凸面を向けた正レンズ、像側に凹面を向けた負レンズ、物体側に凸面を向けた正レンズにより構成されることが望ましい。

[0062] トリプレット構成とすることにより、軸外収差と軸上収差とを同時に補正することが可能となり、被写体位置が変化した際に発生する諸収差の変動を良好に補正することができる。

[0063] なお、本発明ズームレンズにおいては、色収差の発生をより良好に抑えるために、第1レンズ群に異常分散性の高い硝材を用いることが望ましい。特に、第1レンズ群を構成するレンズのうち、接合レンズ中の正レンズを異常分散性の高い硝材で形成することにより、望遠端状態で画面中心部において発生する2次分散を良好に補正することができる。

[0064] また、第1レンズ群の像側に配置される2枚の正レンズのうち、いずれか1枚をアッベ数が65を超える低分散の硝材で形成することにより、望遠端状態で画面周辺部において発生する倍率色収差を良好に補正することが可能である。2枚の正レンズを両方、低分散の硝材とすることにより、倍率色収差をより良好に補正することができる。

- [0065] 本発明ズームレンズにあっては、レンズ系を構成するレンズ群のうち、1つのレンズ群全体か、あるいは、1つのレンズ群を構成する一部のレンズを光軸にほぼ垂直な方向にシフトさせることによって、像をシフトさせることが可能である。特に、第3レンズ群を構成する負部分群と正部分群のうち、いずれか一方を光軸にほぼ垂直な方向にシフトさせた際に、もっとも光学性能の劣化が少ない状態で像をシフトさせることが可能であり、カメラのブレを検出する検出系、上記レンズ群をシフトさせる駆動系、検出系の出力に従って駆動系にシフト量を与える制御系と組合せることにより、防振光学系として機能させることが可能である。
- [0066] 本発明ズームレンズにあっては、非球面レンズを用いることにより、より高い光学性能を実現することができる。特に、最終レンズ群に非球面を導入することによって、中心性能の更なる高性能化が可能となる。また、第2レンズ群に非球面レンズを用いることにより、広角端状態において発生する画角によるコマ収差の変動を良好に補正することも可能である。
- [0067] 更に、複数の非球面を1つの光学系に用いることでより高い光学性能が得られるのは言うまでもない。
- [0068] また、レンズ系の像側にモアレ縞の発生を防ぐためにローパスフィルタを配置したり、受光素子の分光感度特性に応じて赤外カットフィルタを配置することも勿論、可能である。
- [0069] ダイクロイックミラーを有するプリズムを光学系の像側に配置することにより、RGB3色に光束を分割し、3つのイメージャー(受光素子)で受光する3イメージャー撮像方式の光学系に用いることも可能である。
- [0070] 以下に、本発明ズームレンズの各実施の形態及び実施の形態に具体的数値を適用した数値実施例について説明する。
- [0071] なお、各実施の形態において非球面が用いられるが、非球面形状は次の数1式によって表される。
- [数1]

$$x = cy^2 / (1 + (1 - (1 + \kappa) c^2 y^2)^{1/2}) + Ay^4 + By^6 + \dots$$

[0072] ここで、

y: 光軸からの高さ

x: サグ量

c: 曲率

$\kappa$ : 円錐定数

A、B、…: 非球面係数

である。

[0073] 図1は本発明ズームレンズの各実施の形態の屈折力配分を示しており、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1、負の屈折力を有する第2レンズ群G2、正の屈折力を有する第3レンズ群G3、正の屈折力を有する第4レンズ群G4が配列されて構成され、広角端状態より望遠端状態への変倍に際して、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間の空気間隔は増大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間の空気間隔は減少するように、第2レンズ群G2が像側へ移動する。この時、第1レンズ群G1及び第3レンズ群G3は固定であって、第4レンズ群G4が第2レンズ群G2の移動に伴う像面位置の変動を補正するように移動するとともに近距離合焦時に物体側へ移動する。

[0074] 図2は本発明ズームレンズの第1の実施の形態1のレンズ構成を示す図である。第1レンズ群G1は物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとの接合レンズL11、物体側に凸面を向けた正レンズL12、物体側に凸面を向けた正レンズL13により構成され、第2レンズ群G2は像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズL21、両凹形状の負レンズL22、両凸レンズと両凹レンズとの接合レンズL23により構成され、第3レンズ群G3は両凹レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとの接合負レンズL31、物体側に非球面を有する両凸レンズと物体側に凹面を向けた負レンズとの接合レンズL32、像側に凸面を向けた正レンズL33により構成され、第4レンズ群G4は物体側に非球面である凸面を向けた正レンズL41、像側に凹面を向けた負レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとの接合レンズL42により構成される。

[0075] この第1の実施の形態にかかるズームレンズ1では、第3レンズ群G3中に配置され

る接合負レンズL31が負部分群、接合レンズL32と正レンズL33とが正部分群をなす。

[0076] また、光軸方向に固定である開口絞りSは第3レンズ群G3の物体側に近接して配置され、第4レンズ群G4の像側に光軸方向に固定である色分解プリズムPPが配置される。

[0077] 表1に上記第1の実施の形態1に具体的数値を適用した数値実施例1の諸元の値を掲げる。表1及び以下の諸元表中の面番号は物体側からi番目の面を示し、曲率半径は第i番目の面の曲率半径、面間隔は第i番目の面と第i+1番目の面との間の軸上面間隔、屈折率は物体側に第i番目の面を有する硝材のd線( $\lambda = 587.6\text{nm}$ )に対する屈折率、アッベ数は物体側に第i番目の面を有する硝材のd線に対するアッベ数を示す。なお、曲率半径0とは平面を示し、面間隔Diは第i番目の面と第i+1番目の面との間の軸上面間隔が可変間隔であることを示す。

[表1]

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数
1:	39.2166	0.490	1.80518	25.4
2:	16.7662	1.224	1.49700	81.6
3:	-65.2680	0.049		
4:	14.0159	0.805	1.60300	65.5
5:	53.5272	0.049		
6:	8.9488	0.869	1.45600	90.3
7:	21.2457	(D7)		
8:	14.2665	0.171	1.77250	49.6
9:	1.9759	1.060		
10:	-9.6223	0.147	1.88300	40.8
11:	16.5840	0.049		
12:	3.2143	1.204	1.75520	27.5
13:	-3.4351	0.147	1.88300	40.8
14:	7.0292	(D14)		
15:	0.0000	1.258		(開口絞り)
16:	-6.4419	0.147	1.77520	27.5
17:	6.1177	0.490	1.92286	18.9
18:	-28.9059	0.147		
19:	22.9615	1.224	1.58913	61.3
20:	-2.3573	0.208	1.88300	40.8
21:	-9.1346	0.073		
22:	-682.9045	1.322	1.49700	81.6
23:	-3.3001	(D23)		
24:	5.6392	1.224	1.69350	53.3
25:	59.9742	0.132		
26:	8.3984	0.147	1.80518	25.4
27:	3.6547	1.664	1.48749	70.4
28:	48.9503	(D28)		
29:	0.0000	3.806	1.51680	64.2
30:	0.0000	(Bf)		

[0078] 第1の実施の形態にかかるズームレンズ1において、広角端より望遠端へのレンズ位置状態の変化に伴って、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間の面間隔D7、第2レンズ群G2と開口絞りSとの間の面間隔D14、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間の面間隔D23、第4レンズ群G4と色分解プリズムPPとの間の面間隔D28が



変化する。そこで、表2に数値実施例1の上記各面間隔の広角端、広角端と望遠端との間の中間焦点距離及び望遠端における各値を焦点距離 $f$ 、Fナンバー $Fno.$ 、及び画角 $2\omega$ と共に示す。

[表2]

$f$	1.000~	9.430	~ 21.047
$FNO$	1.65 ~	2.19	~ 2.88
$2\omega$	60.34 ~	6.70	~ 3.00°
D7	0.184	8.319	9.636
D14	10.033	1.898	0.581
D23	1.850	0.755	1.958
D28	0.437	1.532	0.329
Bf	0.566	0.566	0.566

[0079] 第1の実施の形態にかかるズームレンズ1において、第19面及び第24面の各レンズ面は非球面で構成されている。そこで、数値実施例1の上記各面の4次、6次、8次、10次の各非球面係数 $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$ を円錐定数 $\kappa$ と共に表3に示す。なお、表3及び以下の非球面係数を示す表において「E-i」は10を底とする指数表現、すなわち、「 $10-i$ 」を表しており、例えば、「0.12345E-05」は「 $0.12345 \times 10^{-5}$ 」を表している。

[表3]

第19面	$\kappa = -2.000000$	$A = -0.347142E-02$	$B = -0.447320E-03$
		$C = 0.545089E-04$	$D = -0.255876E-04$
第24面	$\kappa = -0.540914$	$A = -0.360175E-03$	$B = -0.558377E-05$
		$C = -0.185402E-06$	$D = 0.316210E-06$

[0080] 上記数値実施例1の各条件式対応値を表4に示す。

[表4]

$f_{3n} = -17.671$
$f_1 = 14.045$
$f_2 = -2.195$
(1) $Da/TL = 0.471$
(2) $ f_{3n} /f_w = 17.671$
(3) $f_1/(f_w \cdot f_t)^{1/2} = 3.061$
(4) $ f_2 /(f_w \cdot f_t)^{1/2} = 0.479$

- [0081] 図3乃至図5は数値実施例1の無限遠合焦状態での諸収差図をそれぞれ示し、図3は広角端状態( $f=1.000$ )、図4は中間焦点距離状態( $f=9.430$ )、図5は望遠端状態( $f=21.047$ )における諸収差図を示す。
- [0082] 図3乃至図5の各収差図において、球面収差図中の実線は球面収差を示し、非点収差図中の実線はサジタル像面、破線はメリディオナル像面を示す。コマ収差図においてAは画角、yは像高をそれぞれ示す。
- [0083] 上記表4及び各収差図から、数値実施例1は条件式(1)～(4)を満足し、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることが明らかである。
- [0084] 図6は本発明ズームレンズの第2実施の形態2のレンズ構成を示す図である。第1レンズ群G1は物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとの接合レンズL11、物体側に凸面を向けた正レンズL12、物体側に凸面を向けた正レンズL13により構成され、第2レンズ群G2は像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズL21、両凹形状の負レンズL22、両凸レンズと両凹レンズとの接合レンズL23により構成され、第3レンズ群G3は両凹レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとの接合負レンズL31、物体側に非球面を有する両凸レンズと物体側に凹面を向けた負レンズとの接合レンズL32、像側に凸面を向けた正レンズL33により構成され、第4レンズ群G4は物体側に非球面である凸面を向けた正レンズL41、像側に凹面を向けた負レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとの接合レンズL42により構成される。
- [0085] この第2の実施の形態にかかるズームレンズ2では、第3レンズ群G3中に配置される接合負レンズL31が負部分群、接合レンズL32と正レンズL33とが正部分群をなす。
- [0086] また、光軸方向に固定である開口絞りSは第3レンズ群G3の物体側に近接して配置され、第4レンズ群G4の像側に光軸方向に固定である色分解プリズムPPが配置される。
- [0087] 表5に上記第2の実施の形態2に具体的数値を適用した数値実施例2の諸元の値を掲げる。

[表5]

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッベ数
1:	26.2087	0.490	1.84666	23.8
2:	14.7706	1.469	1.49700	81.6
3:	-114.5260	0.049		
4:	12.5245	0.876	1.49700	81.6
5:	54.2087	0.049		
6:	8.8958	0.837	1.49700	81.6
7:	20.8989	(D7)		
8:	18.3065	0.171	1.75500	52.3
9:	1.9052	0.938		
10:	-11.0709	0.147	1.88300	40.8
11:	8.8367	0.049		
12:	3.2037	1.178	1.75520	27.5
13:	-3.1296	0.147	1.88300	40.8
14:	10.0915	(D14)		
15:	0.0000	1.263		(開口絞り)
16:	-4.2208	0.147	1.75520	27.5
17:	7.7645	0.495	1.92286	18.9
18:	-9.9555	0.147		
19:	12.1878	1.202	1.58913	61.3
20:	-2.6827	0.208	1.80100	35.0
21:	-11.7616	0.073		
22:	143.7374	1.155	1.49700	81.6
23:	-4.0930	(D23)		
24:	6.3850	1.224	1.69350	53.3
25:	82.9604	0.122		
26:	6.0637	0.147	1.84666	23.8
27:	3.3544	1.102	1.48749	70.4
28:	48.9615	(D28)		
29:	0.0000	3.807	1.51680	64.2
30:	0.0000	(Bf)		

[0088] 第2の実施の形態にかかるズームレンズ2において、広角端より望遠端へのレンズ位置状態の変化に伴って、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間の面間隔D7、第2レンズ群G2と開口絞りSとの間の面間隔D14、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間の面間隔D23、第4レンズ群G4と色分解プリズムPPとの間の面間隔D28が

変化する。そこで、表6に数値実施例2の上記各面間隔の広角端、広角端と望遠端との間の中間焦点距離及び望遠端における各値を焦点距離 $f$ 、Fナンバー $Fno.$  及び画角 $2\omega$ と共に示す。

[表6]

$f$	1.000	~ 8.860	~ 21.057
$FNO$	1.65	~ 2.18	~ 2.88
$2\omega$	60.31	~ 7.14	~ 2.99°
D7	0.184	7.703	9.029
D14	9.457	1.938	0.612
D23	1.686	0.700	2.017
D28	0.586	1.572	0.255
Bf	0.567	0.567	0.567

[0089] 第2の実施の形態にかかるズームレンズ2において、第19面及び第24面の各レンズ面は非球面で構成されている。そこで、数値実施例2の上記各面の4次、6次、8次、10次の各非球面係数 $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$ を円錐定数 $\kappa$ と共に表7に示す。

[表7]

第19面	$\kappa = -0.160601$	$A = -0.218930E-02$	$B = -0.985084E-04$
		$C = 0.145786E-04$	$D = -0.215771E-05$
第24面	$\kappa = -0.658853$	$A = -0.457647E-03$	$B = -0.105701E-04$
		$C = 0.624990E-05$	$D = -0.587955E-06$

[0090] 上記数値実施例2の各条件式対応値を表8に示す。

[表8]

$f_3 n = -16.899$
$f_1 = 13.316$
$f_2 = -2.122$
(1) $D_a / TL = 0.465$
(2) $ f_3 n  / f_w = 16.899$
(3) $f_1 / (f_w \cdot f_t)^{1/2} = 2.902$
(4) $ f_2  / (f_w \cdot f_t)^{1/2} = 0.462$

[0091] 図7乃至図9は数値実施例2の無限遠合焦状態での諸収差図をそれぞれ示し、図7は広角端状態( $f=1.000$ )、図8は中間焦点距離状態( $f=8.860$ )、図9は望遠端状

態( $f=21.057$ )における諸収差図を示す。

- [0092] 図7乃至図9の各収差図において、球面収差図中の実線は球面収差を示し、非点収差図中の実線はサジタル像面、破線はメリディオナル像面を示す。コマ収差図においてAは画角、yは像高をそれぞれ示す。
- [0093] 上記表8及び各収差図から、数値実施例2は条件式(1)～(4)を満足し、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることが明らかである。
- [0094] 図10は本発明ズームレンズの第3実施の形態3のレンズ構成を示す図である。第1レンズ群G1は物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとの接合レンズL11、物体側に凸面を向けた正レンズL12、物体側に凸面を向けた正レンズL13により構成され、第2レンズ群G2は像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズL21、両凹形状の負レンズL22、両凸レンズと両凹レンズとの接合レンズL23により構成され、第3レンズ群G3は両凹レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとの接合負レンズL31、物体側に非球面を有する両凸レンズと物体側に凹面を向けた負レンズとの接合レンズL32、像側に凸面を向けた正レンズL33により構成され、第4レンズ群G4は物体側に非球面である凸面を向けた正レンズL41、像側に凹面を向けた負レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとの接合レンズL42により構成される。
- [0095] この第3の実施の形態にかかるズームレンズ3では、第3レンズ群G3中に配置される接合負レンズL31が負部分群、接合レンズL32と正レンズL33とが正部分群をなす。
- [0096] また、光軸方向に固定である開口絞りSは第3レンズ群G3の物体側に近接して配置され、第4レンズ群G4の像側に光軸方向に固定である色分解プリズムPPが配置される。
- [0097] 表9に、上記第3の実施の形態3に具体的数値を適用した数値実施例3の諸元の値を掲げる。
- [表9]

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数
1:	24.3809	0.502	1.84666	23.8
2:	13.9540	1.532	1.45600	90.3
3:	-214.7871	0.050		
4:	13.1105	0.831	1.60300	65.5
5:	46.9098	0.050		
6:	9.4060	0.871	1.49700	81.6
7:	23.8113	(D7)		
8:	15.8186	0.176	1.83481	43.0
9:	1.9593	1.095		
10:	-8.0108	0.151	1.88300	40.8
11:	25.7611	0.050		
12:	3.4385	0.814	1.80809	22.8
13:	-8.9759	0.151	1.88300	40.8
14:	6.3992	(D14)		
15:	0.0000	0.628		(開口絞り)
16:	-5.9219	0.151	1.74950	35.3
17:	4.7066	0.548	1.84666	23.8
18:	-19.4034	0.151		
19:	15.6193	1.228	1.58913	61.3
20:	-2.1337	0.213	1.88300	40.8
21:	-7.7932	0.085		
22:	-21.9672	1.221	1.49700	81.6
23:	-3.0471	(D23)		
24:	5.2667	1.253	1.58913	61.3
25:	179.9768	0.126		
26:	5.4066	0.151	1.84666	23.8
27:	3.0843	1.030	1.48749	70.4
28:	12.1193	(D28)		
29:	0.0000	3.905	1.51680	64.2
30:	0.0000	(Bf)		

[0098] 第3の実施の形態にかかるズームレンズ3において、広角端より望遠端へのレンズ位置状態の変化に伴って、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間の面間隔D7、第2レンズ群G2と開口絞りSとの間の面間隔D14、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間の面間隔D23、第4レンズ群G4と色分解プリズムPPとの間の面間隔D28が

変化する。そこで、表10に数値実施例3の上記各面間隔の広角端、広角端と望遠端との間の中間焦点距離及び望遠端における各値を焦点距離 $f$ 、Fナンバー $Fno.$ 、及び画角 $2\omega$ と共に示す。

[表10]

$f$	1.000	~	9.196	~	21.061
$FNO$	1.65	~	2.18	~	2.88
$2\omega$	60.31	~	7.14	~	2.99°
$D7$	0.188		7.970		9.308
$D14$	9.932		2.150		0.812
$D23$	1.779		0.733		2.054
$D28$	0.535		1.581		0.260
$Bf$	0.583		0.583		0.583

[0099] 第3の実施の形態にかかるズームレンズ3において、第19面及び第24面の各レンズ面は非球面で構成されている。そこで、数値実施例3の上記各面の4次、6次、8次、10次の各非球面係数 $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$ を円錐定数 $\kappa$ と共に表11に示す。

[表11]

第19面	$\kappa=-0.535226$	$A=-0.367375E-02$	$B=-0.340086E-03$
		$C=0.100074E-04$	$D=-0.234761E-04$
第24面	$\kappa=-0.317306$	$A=-0.539214E-03$	$B=-0.300931E-04$
		$C=0.532791E-05$	$D=0.118175E-06$

[0100] 上記数値実施例3の各条件式対応値を表12に示す。

[表12]

$f_{3n}=-16.607$
$f_1=13.591$
$f_2=-2.163$
(1) $Da/TL=0.453$
(2) $ f_{3n} /f_w=16.607$
(3) $f_1/(f_w \cdot f_t)^{1/2}=2.961$
(4) $ f_2 /(f_w \cdot f_t)^{1/2}=0.471$

[0101] 図11乃至図13は数値実施例3の無限遠合焦状態での諸収差図をそれぞれ示し、図11は広角端状態( $f=1.000$ )、図12は中間焦点距離状態( $f=9.196$ )、図13は望遠端状態( $f=21.061$ )における諸収差図を示す。

- [0102] 図11乃至図13の各収差図において、球面収差図中の実線は球面収差を示し、非点収差図中の実線はサジタル像面、破線はメリディオナル像面を示す。コマ収差図においてAは画角、yは像高をそれぞれ示す。
- [0103] 上記表12及び各収差図から、数値実施例3は条件式(1)～(4)を満足し、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることが明らかである。図14に本発明撮像装置の実施の形態を示す。
- [0104] 撮像装置10はズームレンズ20を備え、ズームレンズ20によって形成した光学像を電気信号に変換する撮像素子30を有する。なお、撮像素子30としては、例えば、CCD(Charge Coupled Device)やCMOS(Complementary Metal-Oxide Semiconductor)等の光電変換素子を使用したものが適用可能である。上記ズームレンズ20には本発明にかかるズームレンズを適用することができ、図14では、図2に示した第1の実施の形態にかかるズームレンズのレンズ群を単レンズに簡略化して示してある。勿論、第1の実施の形態にかかるズームレンズだけでなく、第2の実施の形態及び第3の実施の形態にかかるズームレンズや本明細書で示した実施の形態以外の形態で構成された本発明ズームレンズを使用することができる。
- [0105] 上記撮像素子30によって形成された電気信号は映像分離回路40によってフォーカス制御用の信号が制御回路50に送られ、映像用の信号は映像処理回路へと送られる。映像処理回路へ送られた信号は、その後の処理に適した形態に加工されて、表示装置による表示、記録媒体への記録、通信手段による転送等々種々の処理に供される。
- [0106] 制御回路50には、例えば、ズームボタンの操作等、外部からの操作信号が入力され、該操作信号に応じて種々の処理が為される。例えば、ズームボタンによるズーム指令が入力されると、指令に基づく焦点距離状態とすべく、ドライバ回路60を介して駆動部70を動作させて、各レンズ群を所定の位置へと移動させる。各センサ80によって得られた各レンズ群の位置情報は制御回路50に入力されて、ドライバ回路60へ指令信号を出力する際に参照される。また、制御回路50は上記映像分離回路40から送られた信号に基づいてフォーカス状態をチェックし、最適なフォーカス状態が得られるように制御する。



[0107] 上記した撮像装置10は、具体的製品としては、各種の形態を採りうる。例えば、デジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラ、カメラが組み込まれた携帯電話、カメラが組み込まれたPDA (Personal Digital Assistant) 等々のデジタル入出力機器のカメラ部等として、広く適用することができる。

[0108] なお、上記した各実施の形態及び数値実施例において示された各部の具体的形状及び数値は、何れも本発明を実施するに際して行う具体化のほんの一例を示したものに過ぎず、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されることがあってはならないものである。

#### 産業上の利用可能性

[0109] バックフォーカスが長く、特に、3CCD撮像方式に好適であり、さらに高変倍比を有しながらレンズ系の小径化を達成したズームレンズを提供でき、デジタルビデオカメラやデジタルスチルカメラに適用して有用である。

## 請求の範囲

- [1] 物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、正の屈折力を有する第4レンズ群の4つのレンズ群が配列され、広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に、上記第2レンズ群が像側へ移動するとともに、上記第4レンズ群が第2レンズ群の移動に伴う像面位置の変動を補償するように移動し、上記第1レンズ群及び上記第3レンズ群が光軸方向に固定され、  
開口絞りが上記第3レンズ群の物体側に配置され、  
上記第3レンズ群が負の屈折力を有する負部分群と、上記負部分群の像側に空気間隔を隔てて配置され正の屈折力を有する正部分群とにより構成され、  
以下の条件式(1)を満足することを特徴とするズームレンズ。  
(1)  $0.4 < Da / TL < 0.5$   
但し、  
Da: 開口絞りから像面までの距離  
TL: レンズ全長(レンズ系のもっとも物体側のレンズ面から像面位置までの光軸に沿った距離)  
とする。
- [2] 請求項1に記載のズームレンズにおいて、  
以下の条件式(2)を満足することを特徴とするズームレンズ。  
(2)  $13 < |f_{3n}| / f_w < 18$   
但し、  
 $f_{3n}$ : 第3レンズ群中に配置される負部分群の焦点距離  
 $f_w$ : 広角端状態におけるレンズ系全体での焦点距離  
とする。
- [3] 請求項1又は請求項2に記載のズームレンズにおいて、上記第1レンズ群は物体側より順に、負レンズと正レンズとの接合レンズ、正レンズ、正レンズの4枚のレンズが配列されて構成されることを特徴とするズームレンズ。
- [4] 請求項3に記載のズームレンズにおいて、

以下の条件式(3)を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$(3) 2.5 < f1 / (fw \cdot ft)^{1/2} < 3.5$$

但し、

f1: 第1レンズ群の焦点距離

ft: 望遠端状態におけるレンズ全系での焦点距離

とする。

- [5] 請求項1又は請求項2に記載のズームレンズにおいて、上記第2レンズ群は物体側より順に、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ、負レンズ、正レンズ、負レンズの4枚のレンズが配列されて構成されることを特徴とするズームレンズ。

- [6] 請求項5に記載のズームレンズにおいて、

以下の条件式(4)を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$(4) 0.42 < |f2| / (fw \cdot ft)^{1/2} < 0.5$$

但し、

f2: 第2レンズ群の焦点距離

とする。

- [7] 請求項1又は請求項2に記載のズームレンズにおいて、上記第4レンズ群は物体側より順に、正レンズ、負レンズ、正レンズの3枚のレンズが配列されて構成されることを特徴とするズームレンズ。

- [8] ズームレンズと、上記ズームレンズによって形成された光学像を電気的な信号に変換する撮像素子を備えた撮像装置であって、

上記ズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、正の屈折力を有する第4レンズ群の4つのレンズ群が配列され、広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に、上記第2レンズ群が像側へ移動するとともに、上記第4レンズ群が第2レンズ群の移動に伴う像面位置の変動を補償するように移動し、上記第1レンズ群及び上記第3レンズ群が光軸方向に固定され、

開口絞りが上記第3レンズ群の物体側に配置され、

上記第3レンズ群が負の屈折力を有する負部分群と、上記負部分群の像側に空気

間隔を隔てて配置され正の屈折力を有する正部分群とにより構成され、

以下の条件式(1)を満足することを特徴とする撮像装置。

$$(1) 0.4 < Da / TL < 0.5$$

但し、

Da: 開口絞りから像面までの距離

TL: レンズ全長 (レンズ系のもっとも物体側のレンズ面から像面位置までの光軸に沿った距離)

とする。

[9] 請求項8に記載の撮像装置において、

以下の条件式(2)を満足することを特徴とする撮像装置。

$$(2) 13 < |f_{3n}| / f_w < 18$$

但し、

$f_{3n}$ : 第3レンズ群中に配置される負部分群の焦点距離

$f_w$ : 広角端状態におけるレンズ系全体での焦点距離

とする。

[10] 請求項8又は請求項9に記載の撮像装置において、上記第1レンズ群は物体側より

順に、負レンズと正レンズとの接合レンズ、正レンズ、正レンズの4枚のレンズが配列されて構成されることを特徴とする撮像装置。

[11] 請求項10に記載の撮像装置において、

以下の条件式(3)を満足することを特徴とする撮像装置。

$$(3) 2.5 < f_1 / (f_w \cdot f_t)^{1/2} < 3.5$$

但し、

$f_1$ : 第1レンズ群の焦点距離

$f_t$ : 望遠端状態におけるレンズ全系での焦点距離

とする。

[12] 請求項8又は請求項9に記載の撮像装置において、上記第2レンズ群は物体側より

順に、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ、負レンズ、正レンズ、負レンズの4枚のレンズが配列されて構成されることを特徴とする撮像装置。

[13] 請求項12に記載の撮像装置において、

以下の条件式(4)を満足することを特徴とする撮像装置。

$$(4) 0.42 < |f2| / (fw \cdot ft)^{1/2} < 0.5$$

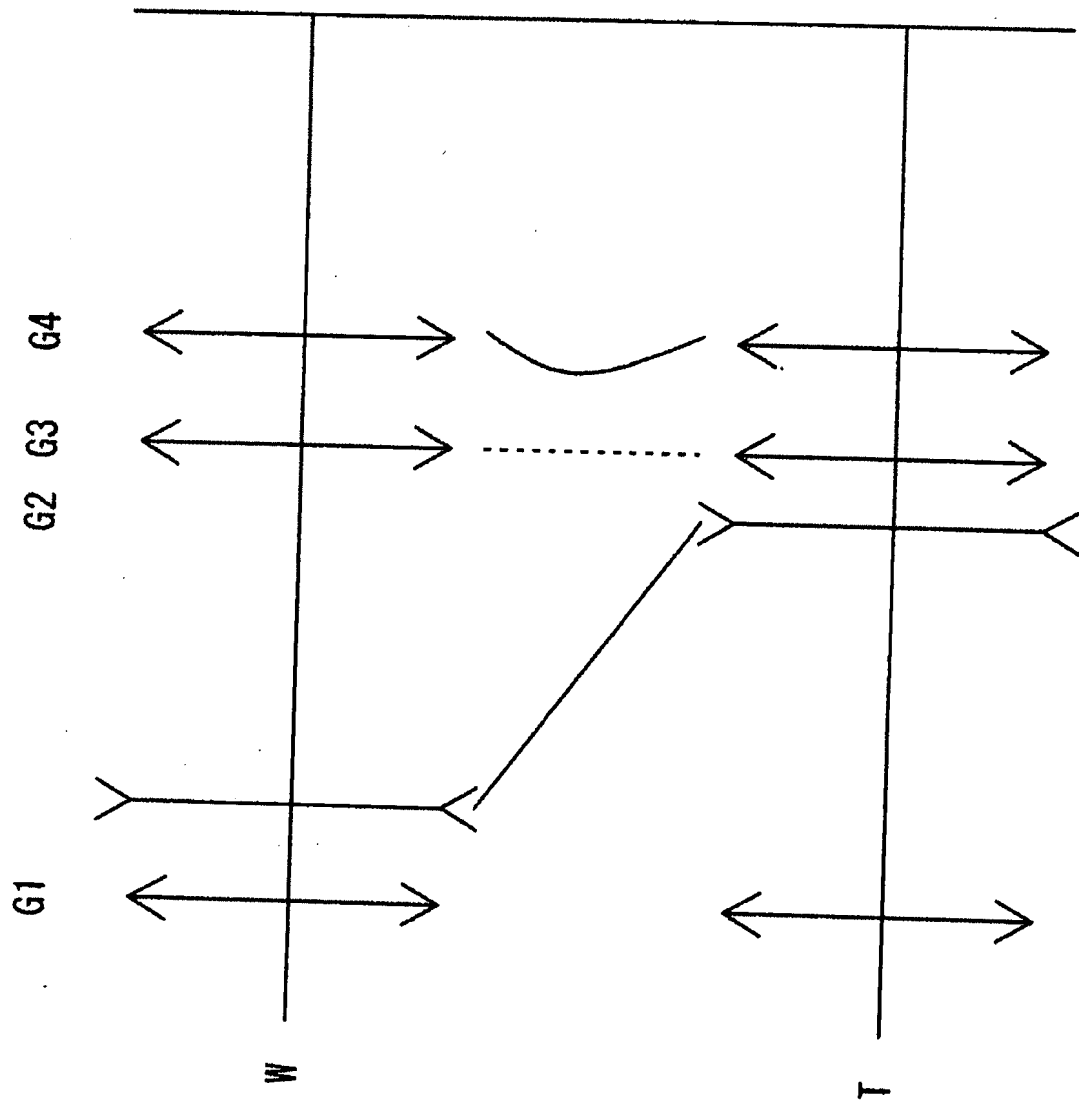
但し、

f2: 第2レンズ群の焦点距離

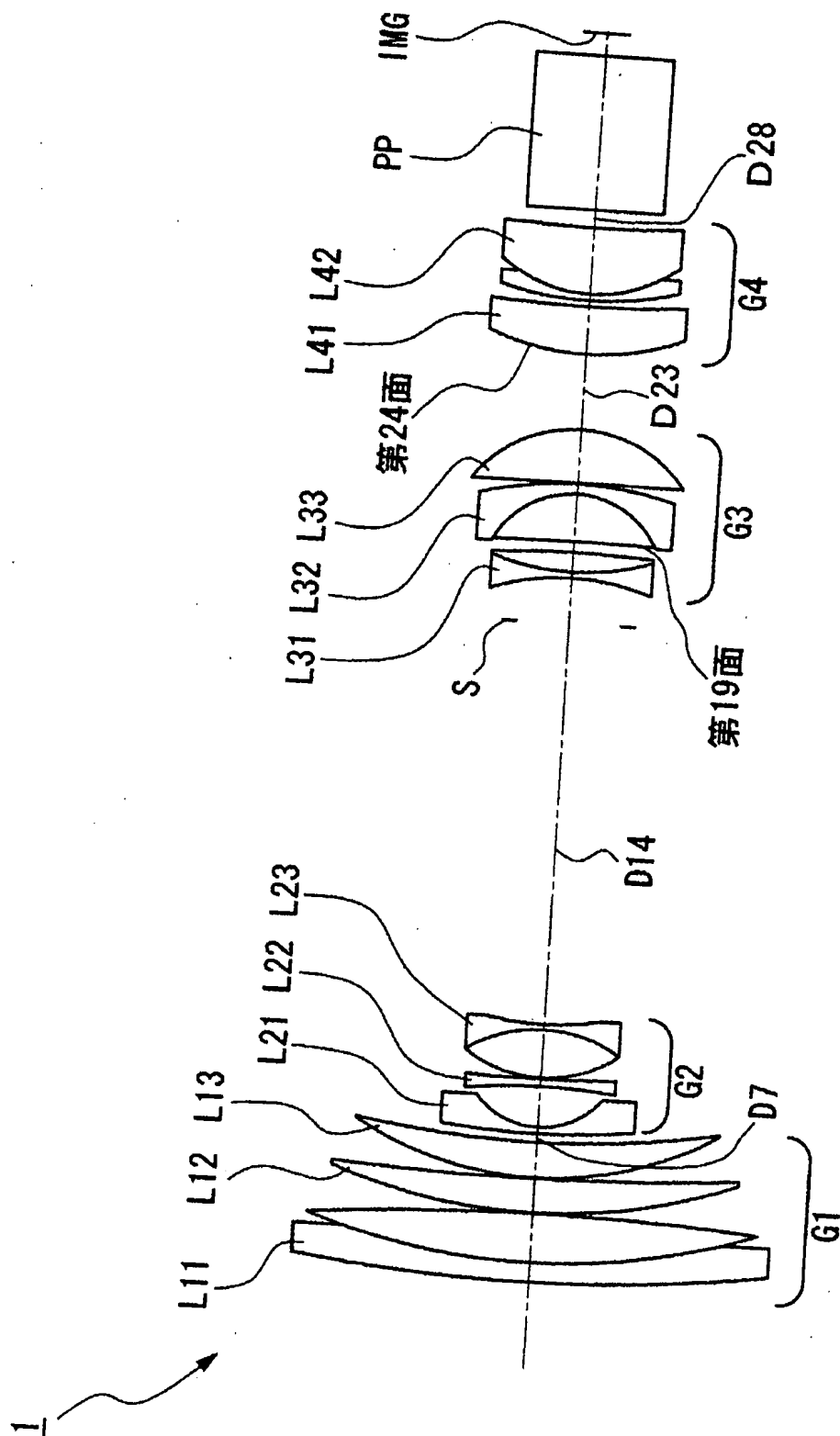
とする。

[14] 請求項8又は請求項9に記載の撮像装置において、上記第4レンズ群は物体側より順に、正レンズ、負レンズ、正レンズの3枚のレンズが配列されて構成されることを特徴とする撮像装置。

[図1]



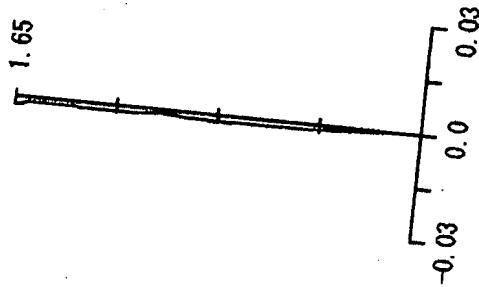
[図2]



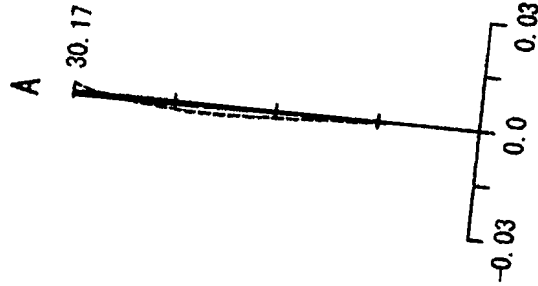
[図3]

球面収差

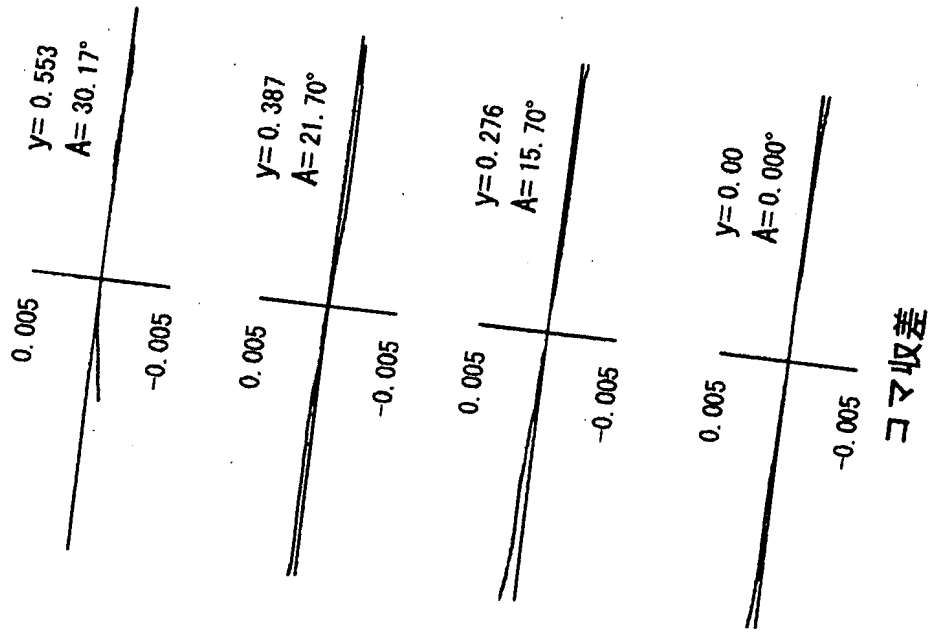
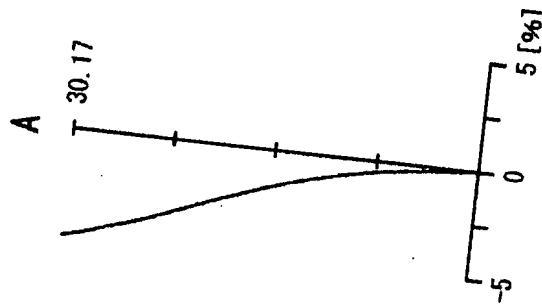
Fno.



非点収差

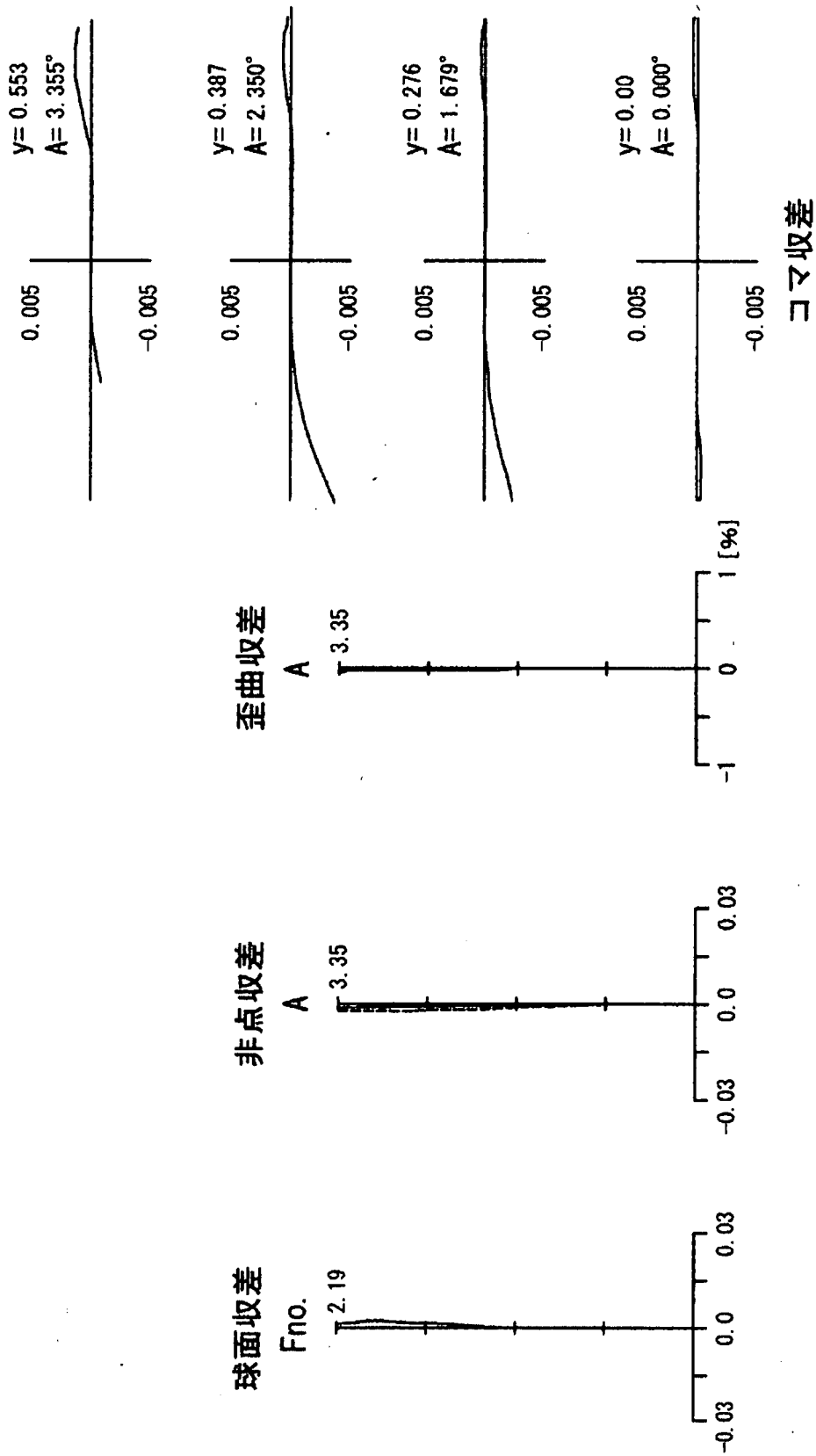


歪曲収差

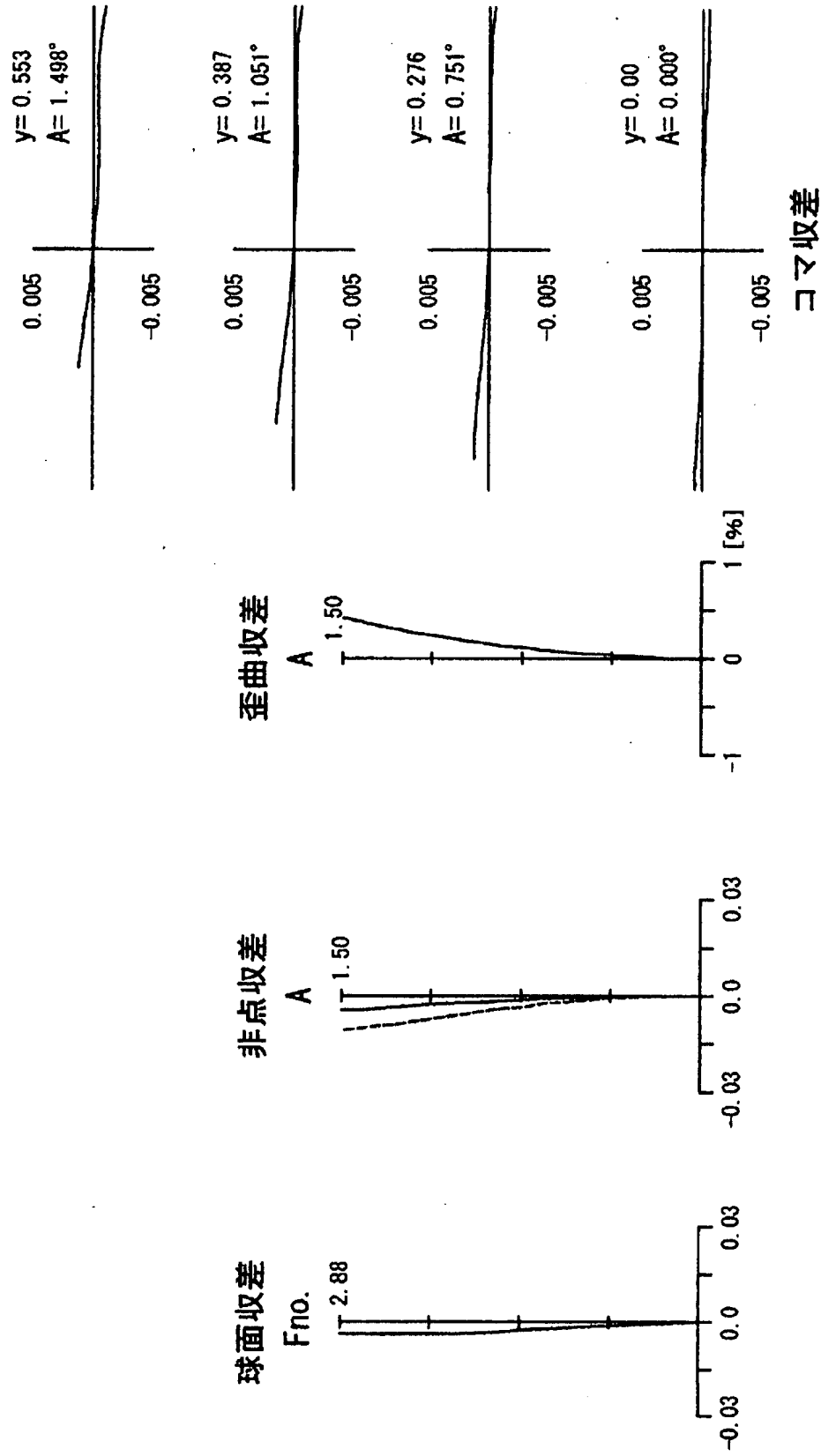




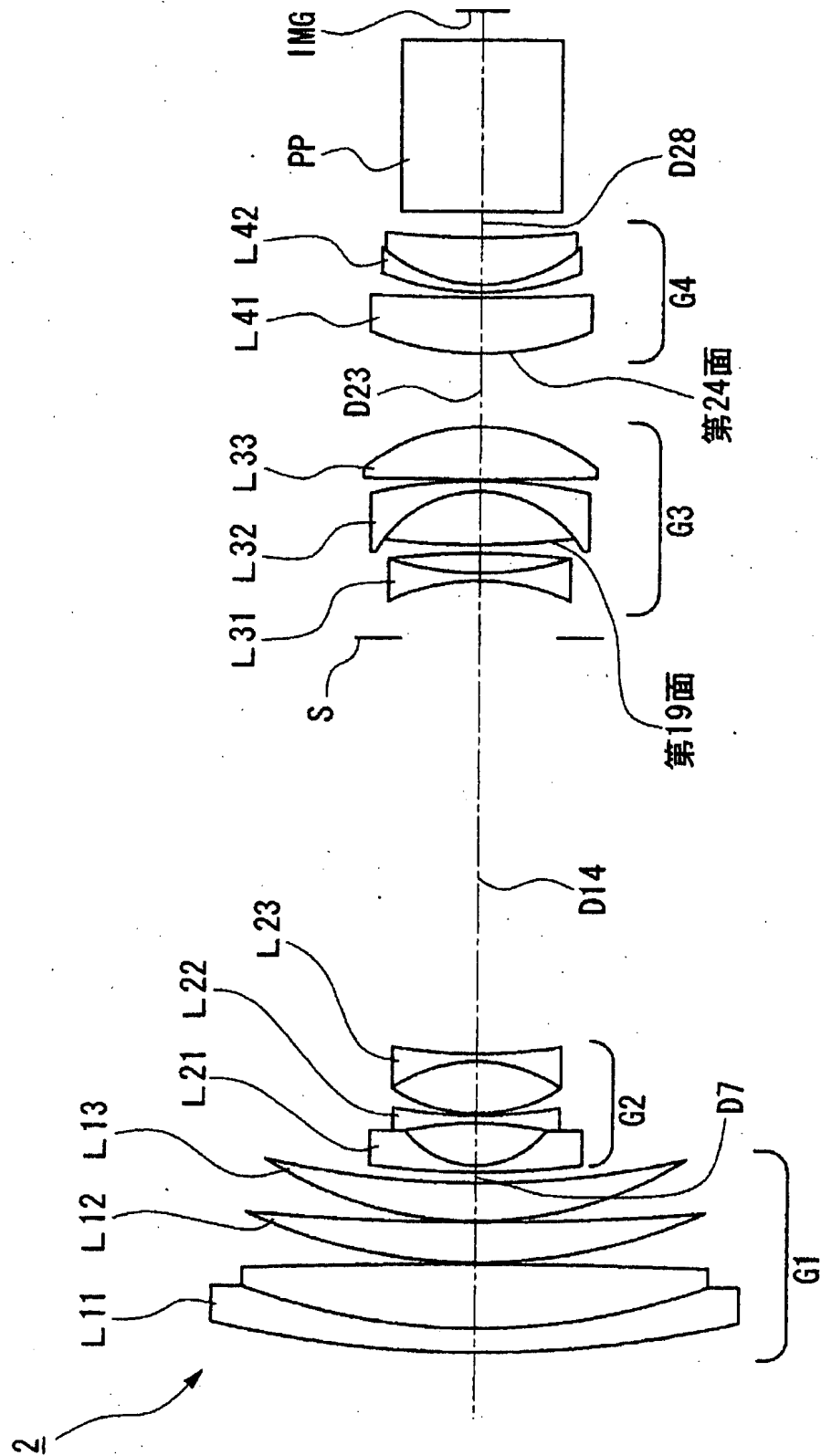
[図4]



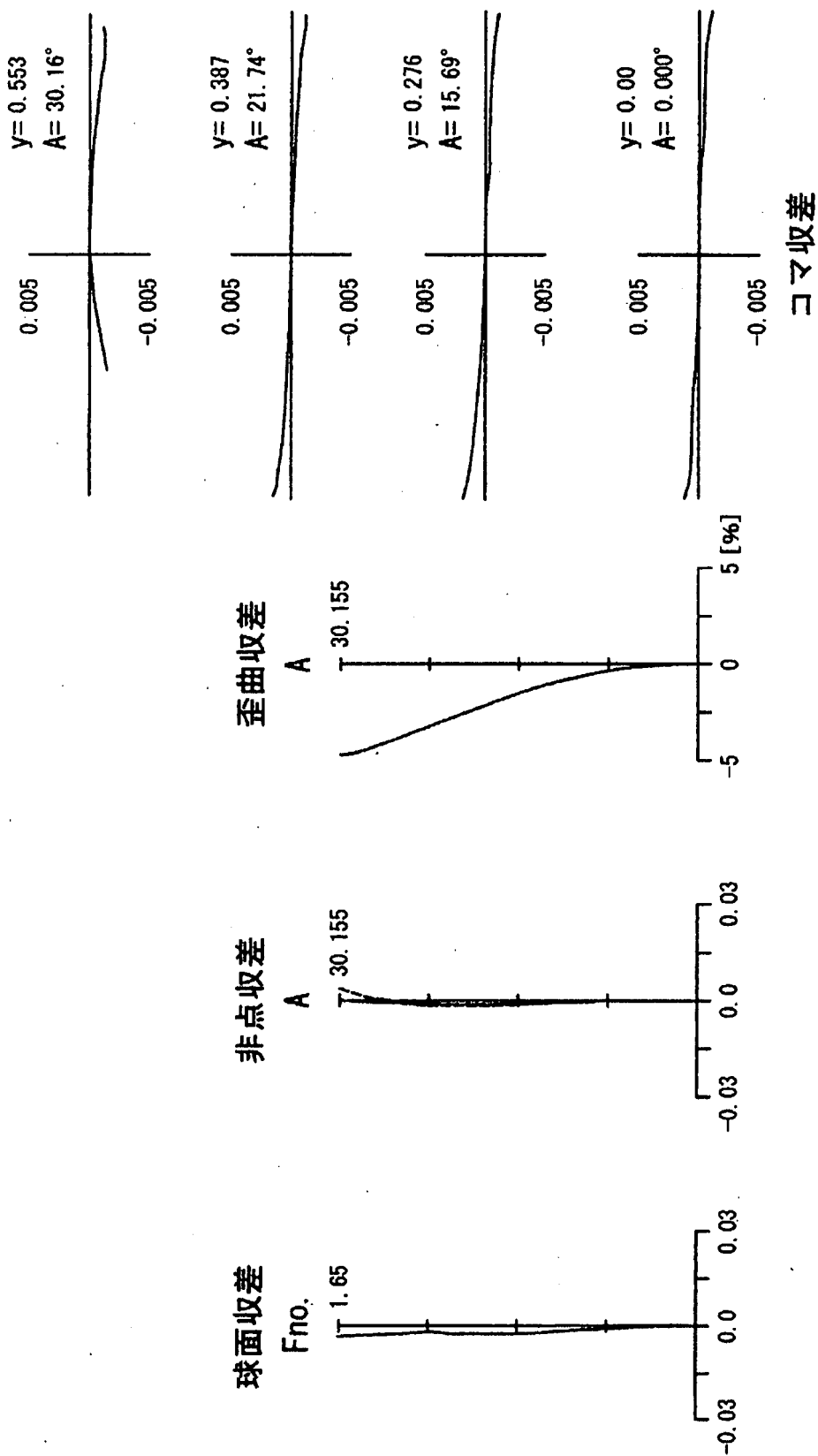
[図5]



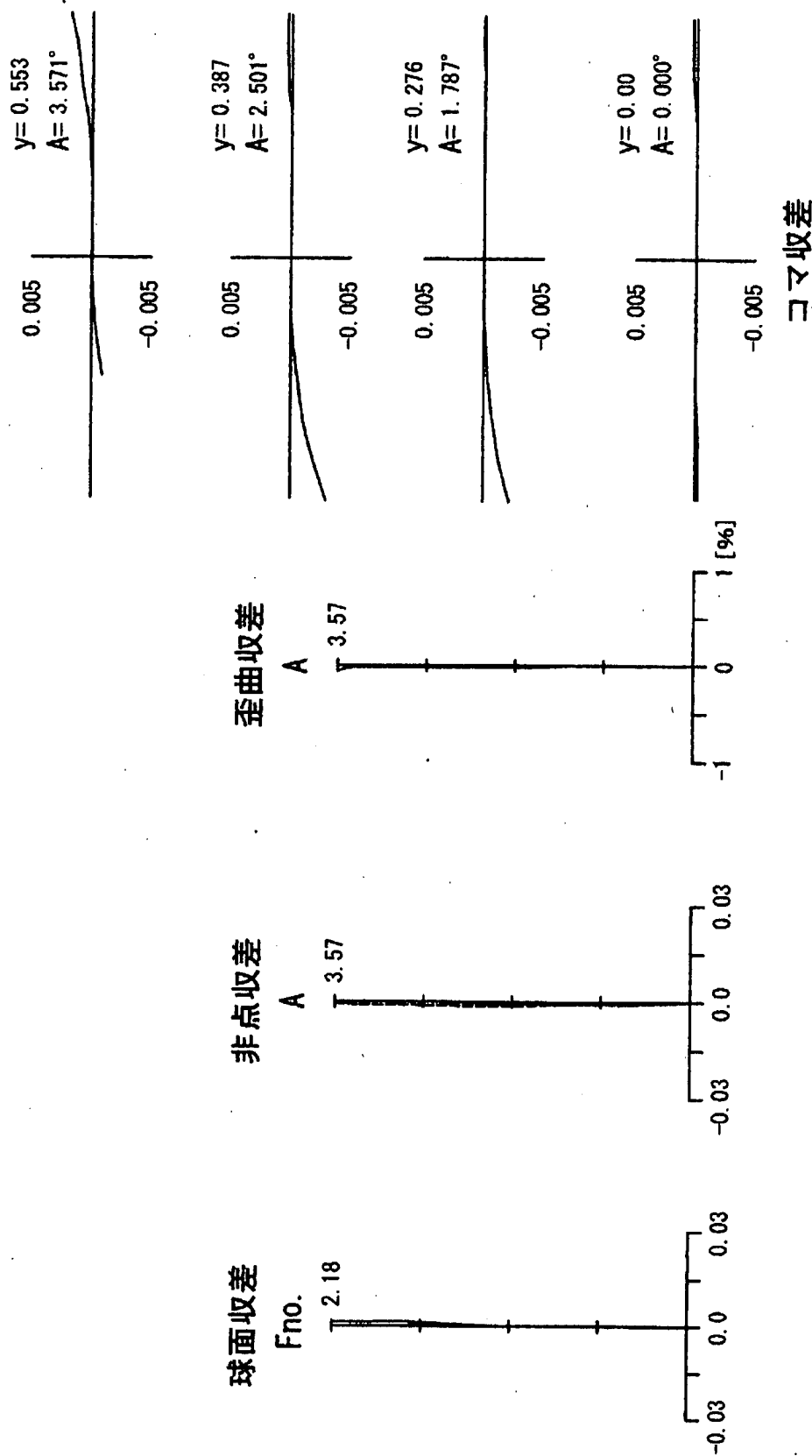
[図6]



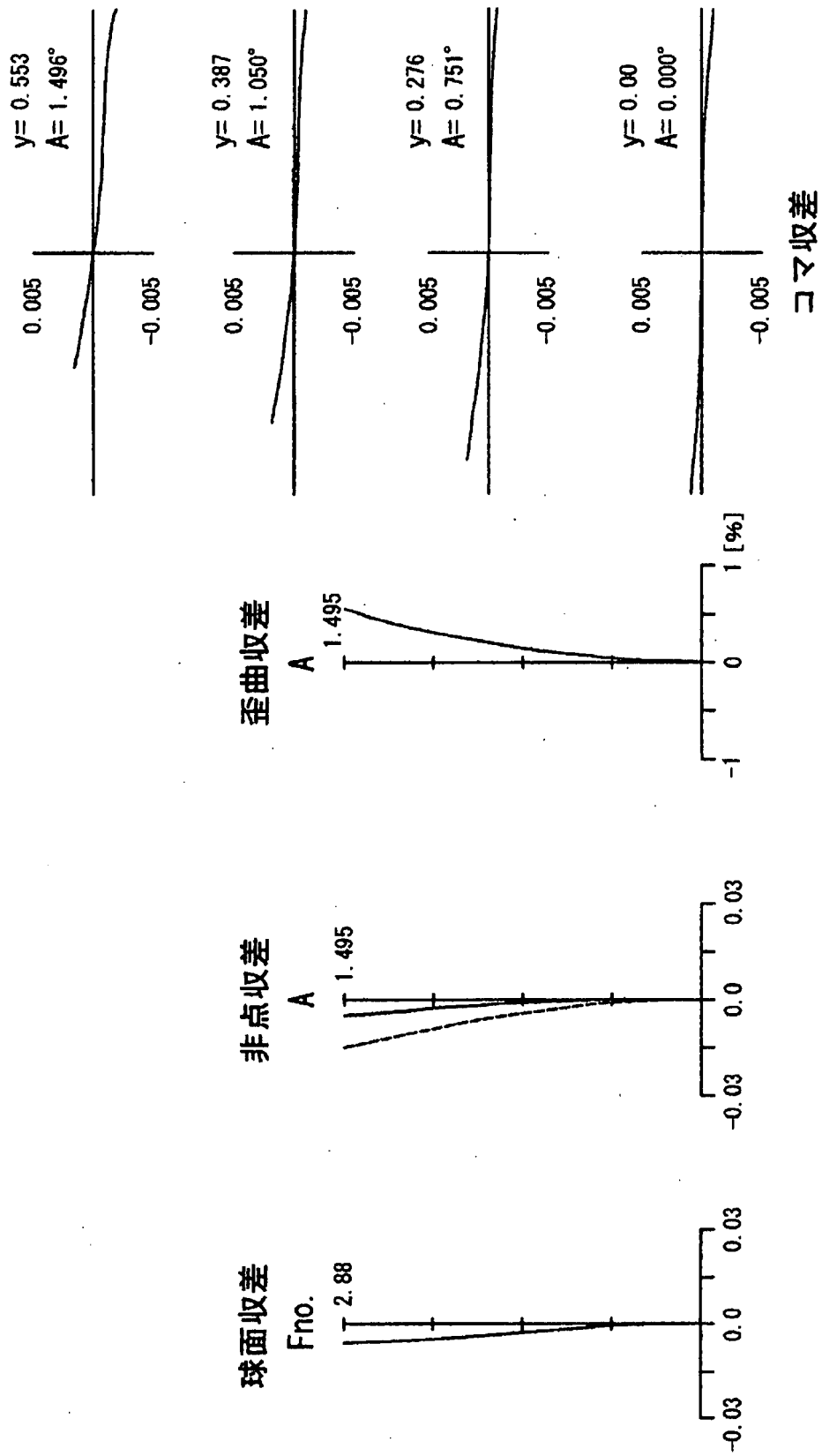
[図7]



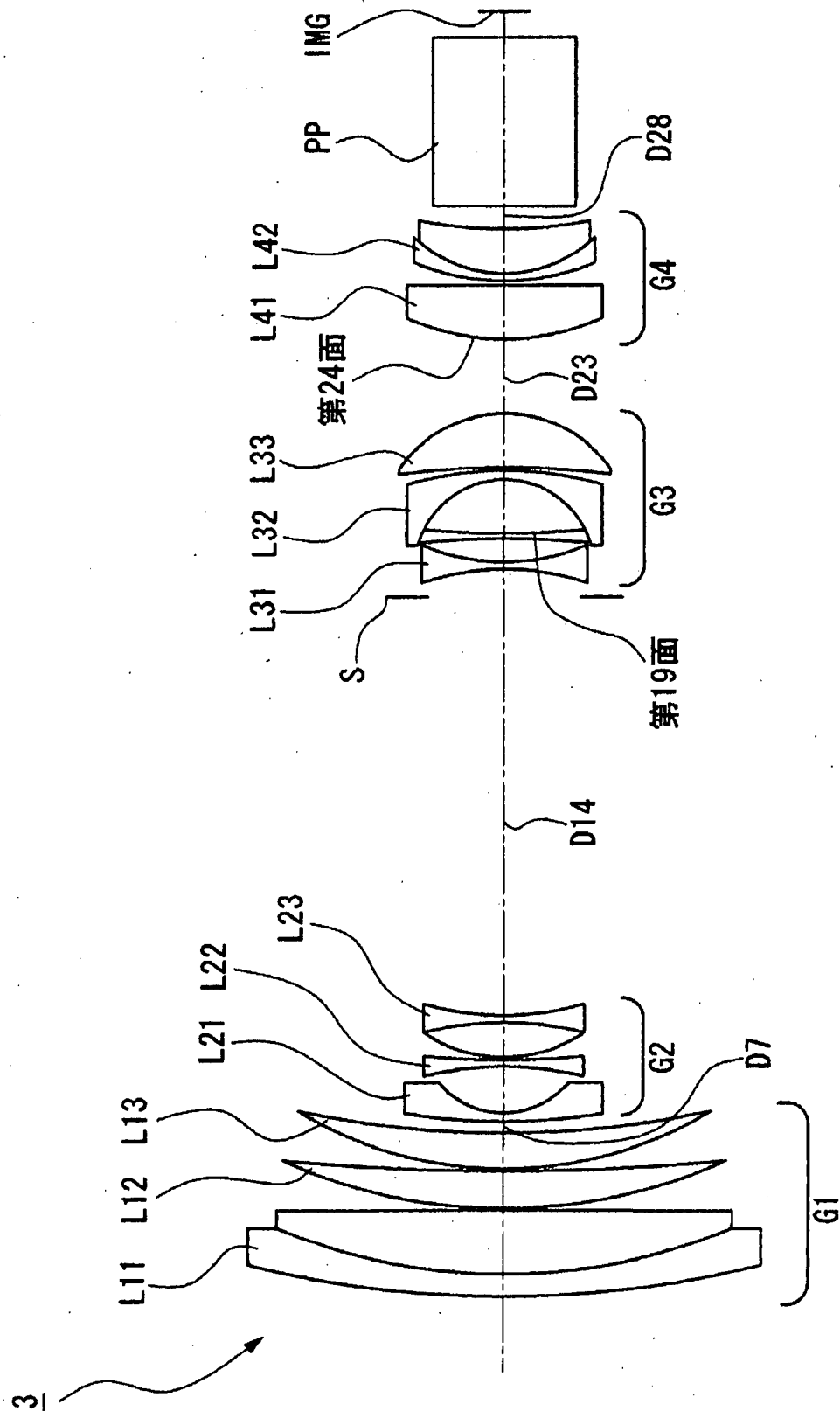
[図8]



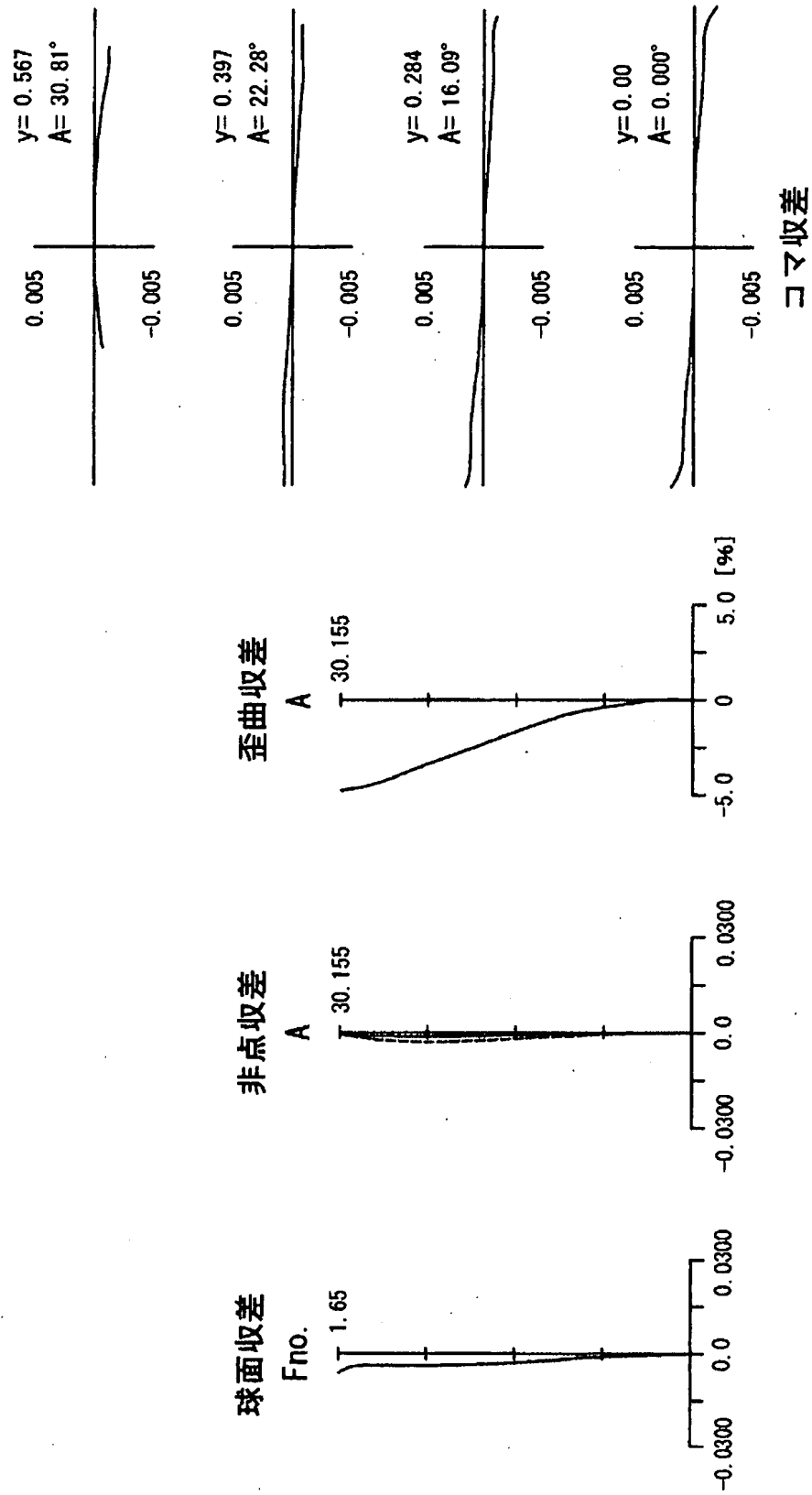
[図9]



[図10]

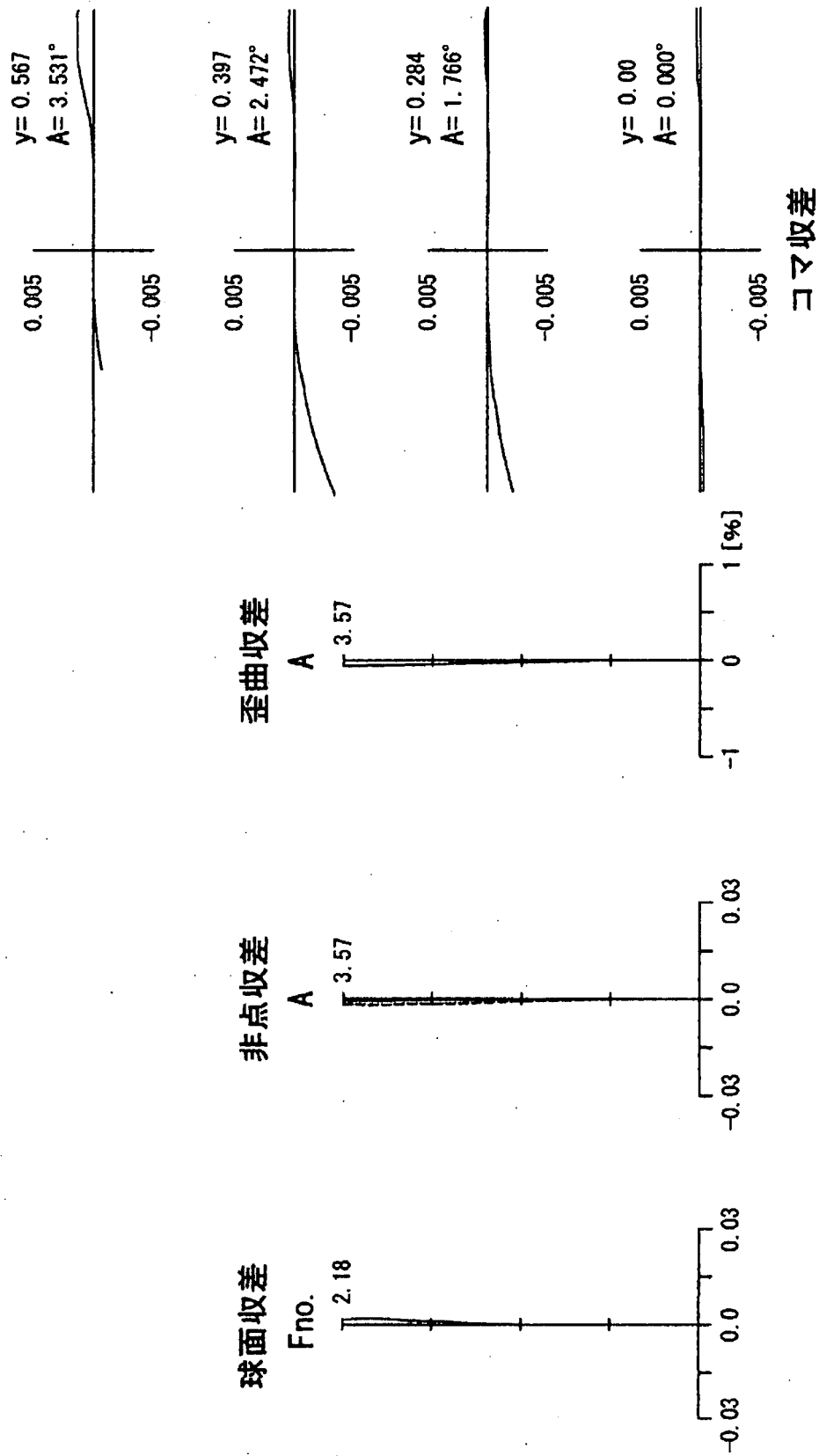


[図11]

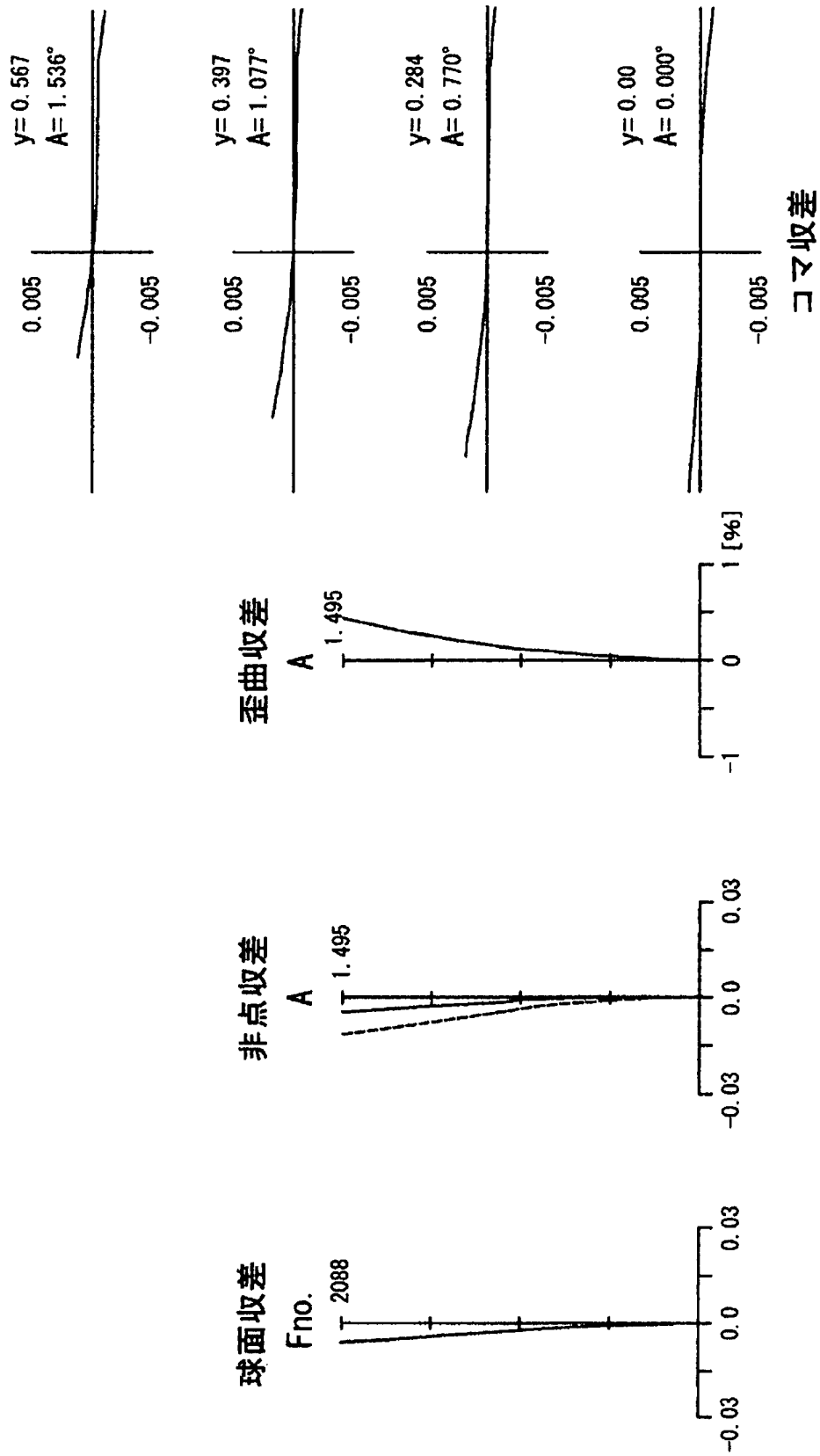




[図12]



[図13]





## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/302816

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B15/16(2006.01), G02B13/18(2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B15/16(2006.01), G02B13/18(2006.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2006
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2006	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2006

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-98434 A (Canon Inc.), 03 April, 2003 (03.04.03), Claims; Par. No. [0001]; values of examples (Family: none)	1-14
Y	JP 11-237550 A (Canon Inc.), 31 August, 1999 (31.08.99), Claims 1, 8; values of example 1 & US 2002/0024732 A1 & US 2002/0063961 A1	1-14
P, X	JP 2006-47771 A (Canon Inc.), 16 February, 2006 (16.02.06), Full text; all drawings (Family: none)	1-5, 7-12, 14

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
15 May, 2006 (15.05.06)Date of mailing of the international search report  
23 May, 2006 (23.05.06)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G02B15/16(2006.01), G02B13/18(2006.01)			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G02B15/16(2006.01), G02B13/18(2006.01)			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2006年 日本国実用新案登録公報 1996-2006年 日本国登録実用新案公報 1994-2006年			
国際調査で利用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号	
Y	JP 2003 - 98434 A (キヤノン株式会社) 2003.04.03, 特許請求の範囲, 【0001】, 数値実施例 (ファミリーなし)	1-14	
Y	JP 11 - 237550 A (キヤノン株式会社) 1999.08.31, 請求項1及び8, 数値実施例1 & US 2002/0024732 A1 & US 2002/0063961 A1	1-14	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 15.05.2006		国際調査報告の発送日 23.05.2006	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 谷山 稔男 電話番号 03-3581-1101 内線 3271	20 3309

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
P X	JP 2006 - 47771 A (キヤノン株式会社) 2006.02.16, 全文全図 (ファミリーなし)	1 - 5, 7 - 12, 14